



ANALISIS RISIKO LOGAM BERAT Fe, Cr DAN Cu PADA ALIRAN SUNGAI GARANG

Safitri Maynicha Harliyanti ^{*)}, Anik Sarminingsih^{**)}, Winardi Dwi Nugraha^{**)}

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email : smaynicha38@gmail.com

Abstrak

Sungai Garang merupakan aliran sungai di wilayah Kota Semarang yang berpotensi menghasilkan cemaran akibat buangan air limbah dari industri, kegiatan rumah tangga dan pertanian. Dengan adanya aktifitas tersebut, zat pencemar yang dihasilkan adalah logam berat Fe, Cr dan Cu yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Penelitian analisis risiko melalui empat tahapan yaitu identifikasi bahaya, perkiraan penyebaran, perkiraan daya racun dan karakteristik risiko. Alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi unsur logam berat Fe, Cr dan Cu menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrometer). Dari hasil analisis diperoleh nilai risiko tertinggi logam berat Fe sebesar 0,711 mg/kg/hari, logam berat Cr sebesar 1,244 mg/kg/hari dan logam berat Cu sebesar 0,0008 mg/kg/hari yang diterima oleh 1 responden yang berada di titik sampling 6 segmen 5. Sedangkan untuk analisis nilai resiko cemaran logam berat Fe, Cr dan Cu, diperoleh logam berat Cr >1 yang berarti responden berisiko terpapar logam berat.

Kata Kunci : Analisis Risiko, Logam Berat Fe Cr Cu, Sungai Garang

Abstract

[Risk Analysis of Heavy Metals Fe, Cr and Cu in river Garang Flows]. Garang river is the river flow in the city of Semarang which could potentially generate pollution due to waste water effluent from industrial, domestic and agricultural activities. Given these activities, the resulting contaminants are heavy metals Fe, Cr and Cu elements which can harm human health. The research of risk analysis through the four stages, namely the identification of hazards, estimate the spread, the estimated toxicology and risk characteristics. The tools used to measure the concentration of heavy metals Fe, Cr and Cu elements using AAS (Atomic Absorption Spectrometer). The highest risk value results of Fe element is equal to 0.711 mg/kg/day, concentration of Cr element is equal to 1,244 mg/kg/day and Cu element amounted to 0.0008 mg/kg/day received by one respondent who was on the point of sampling 6 segments 5. As for the analysis of heavy metal contamination risk value Fe, Cr and Cu, obtained Cr > 1, which means that the respondents at risk of heavy metal exposure.

Keywords: Risk Analysis, Heavy Metal Fe Cr Cu elements, Garang River

PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya zaman dan peradaban, peningkatan kebutuhan manusia tidak dapat dihindari khususnya kebutuhan air yang terus meningkat untuk aktifitas sehari-hari manusia. Dengan demikian aktifitas sehari-hari manusia sangat berpengaruh terhadap penggunaan air salah satunya adalah air sungai, baik yang digunakan untuk kegiatan rumah tangga, industri maupun pertanian dll. Sungai merupakan salah satu bagian sumber daya air yang potensial bagi makhluk hidup. Adanya kegiatan manusia di Daerah Aliran Sungai dapat menimbulkan pencemaran lingkungan seperti sungai yang kotor, sampah bertebaran, bau, terganggunya keseimbangan ekosistem di dalam air. Menurut PP No.82 tahun 2001, Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/ atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Salah satunya zat pencemaran yaitu logam berat seperti Fe, Cr dan Cu yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihindarkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Bahaya bagi kesehatan dari logam berat Fe jika kadar $Fe > 1\text{mg/l}$ dapat merusak dinding usus, iritasi, mual, dan pusing pada manusia. Kemudian untuk bahaya logam berat Cr bagi manusia dapat menyebabkan ginjal, *ulcus*, kulit, kanker dan bahaya logam berat Cu menyebabkan ginjal, kerusakan hati, muntaber, pusing, anemia, *konvulsi* maupun kematian (Slamet, 2011). Apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan.

Analisis risiko adalah karakterisasi dari bahaya-bahaya potensial yang berefek pada kesehatan manusia dan bahaya lingkungan (US.EPA, 2005). Menurut EPA, tahap-tahap

yang harus dilakukan dalam proses analisis risiko, yaitu :

1. *Hazard Identification*, meliputi identifikasi keberadaan zat kimia berbahaya di sumber dan karakteristiknya (analisis sumber pencemar)
2. *Exposure Assessment*, meliputi bagaimana zat berbahaya tersebut berpindah ke reseptor dan jumlah intake yang diambil (analisis jalur perpindahan)
3. *Toxicity Assessment*, meliputi indikasi numerik dari tingkat toksisitas untuk menghitung besarnya risiko (analisis reseptor)
4. *Risk Characterization*, meliputi penentuan jumlah risiko secara numerik dan ketidakpastian dari perkiraan tersebut

Tujuan dari penelitian “Analisis Logam Berat Fe, Cr dan Cu pada Aliran Sungai Garang” adalah :

1. Mengukur besarnya konsentrasi unsur logam berat Fe, Cr dan Cu pada DAS Garang terhadap kesehatan masyarakat
2. Membandingkan hasil pengukuran unsur logam berat Fe, Cr dan Cu dengan baku mutu yang berlaku
3. Menganalisis risiko cemaran unsur logam berat Fe, Cr dan Cu pada DAS Garang terhadap kesehatan masyarakat .

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan air sample di 8 titik aliran pada 7 segmen sungai Garang dengan pertimbangan dan berdasarkan Peraturan Gubernur Nomor 156 Tahun 2010. Dalam pengambilan sample digunakan drigen untuk mengambil air dan diukur pH sampel air tersebut dan selanjutnya uji laboratorium dilakukan analisis dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Terdapat 7 segmen yang ada di DAS Garang, yaitu :

1. Segmen 1 : diwakili titik 1 (Hulu sungai Garang) dan titik 2 (Jembatan Pramuka)
2. Segmen 2 : diwakili titik 2 (Jembatan Pramuka) dan titik 3 (Jembatan

- Tinjomoyo)
3. Segmen 3 : diwakili titik 3 (Jembatan Tinjomoyo) dan titik 4 (Tugu Soeharto)
 4. Segmen 4 : diwakili titik 5 (Desa Polaman)
 5. Segmen 5 : diwakili titik 6 (TPA Jatibarang) dan titik 7 (Gisik Sari)
 6. Segmen 6 : diwakili titik 7 (Gisik Sari) dan titik 4 (Tugu Soeharto)
 7. Segmen 7 : diwakili titik 8 (Kanal Barat)

Untuk mengetahui besarnya risiko yang diterima maka dihitung dahulu besarnya intake logam berat Fe, Cr, dan Cu yang terpapar ke tubuh manusia. Intake kontaminan dapat dihitung dengan persamaan berikut (LaGrega, 2001):

$$I = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT} \times 1 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

I = Intake harian kronik/CDI (mg/kg/hari)

C = Rata-rata konsentrasi pemaparan pada periode tertentu (mg/l)

CR = *Contact Rate*, Jumlah kontak media terkontaminasi tiap 1 unit waktu (l/hari atau m³/hari).

ED = *Exposure Duration*, yaitu nilai tunggal yang mewakili paparan tertinggi (tahun)

EF = *Exposure Frekuensi*, yaitu nilai tunggal yang mewakili paparan paling sering terjadi. (hari/tahun)

BW = *Body Weight*, Berat badan individu yang terpapar (kg)

AT = *Average Time*, Periode waktu rata-rata pemaparan (hari)

Dalam penentuan intake setiap manusia pasti akan berbeda-beda, karena adanya faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu konsentrasi paparan (C), jumlah kontak media terkontaminasi 1 unit waktu. Rata-rata konsumsi air diasumsikan 2 l/hari (CR), frekuensi pemaparan secara umum memiliki bilai 365 hari (EF), durasi pemaparan (ED) dan juga berat badan (BW) setiap individu

yang berbeda.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan nilai risiko non karsinogen (US-EPA, 2005) :

$$HI = CDI/RfD \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

HI = Indeks bahaya (*hazard index*)

CDI = Intake harian kronik / tingkat pemaparan zat kimia (mg/kg.hari)

RfD = Dosis referensi/ yang diperbolehkan (mg/kg/hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Konsentrasi Logam Berat Fe

Tabel 1. Konsentrasi Rata-Rata Logam Berat Fe

Titik Sampling	Konsentrasi Rata-Rata (mg/l)	Baku Mutu Kelas I (PP No. 82 thn 2001)
Titik 1	0,009	0,3
Titik 2	0,066	
Titik 3	0,016	
Titik 4	0,037	
Titik 5	0,006	
Titik 6	0,096	
Titik 7	0,041	
Titik 8	-	

Pada titik 8 nilai unsur Fe tidak terdeteksi sama sekali. Dimana konsentrasi rata-rata tertinggi logam berat Fe dihasilkan dari titik 6 sebesar 0,096 mg/l. Apabila dibandingkan dengan baku mutu kelas 1 PP No.82 tahun 2001 hasil konsentrasi logam berat Fe masih dibawah baku mutu.

Analisis Hasil Konsentrasi Logam Berat Cr

Tabel 2. Konsentrasi Rata-Rata Logam Berat Cr

Titik Sampling	Konsentrasi Rata-Rata (mg/l)	Baku Mutu Kelas I (PP No. 82 thn 2001)
Titik 1	0,025	0,05
Titik 2	0,050	
Titik 3	0,045	
Titik 4	0,034	
Titik 5	0,032	
Titik 6	0,084	

Titik Sampling	Konsentrasi Rata-Rata (mg/l)	Baku Mutu Kelas I (PP No. 82 thn 2001)
Titik 7	0,057	
Titik 8	0,028	

Konsentrasi rata-rata tertinggi logam berat Cr dihasilkan dari titik 6 sebesar 0,084 mg/l. Apabila dibandingkan dengan baku mutu kelas 1 PP No.82 tahun 2001 hasil konsentrasi logam berat Cr melebihi baku mutu.

Analisis Hasil Konsentrasi Logam Berat Cu

Tabel 3. Konsentrasi Rata-Rata Logam Berat Cu

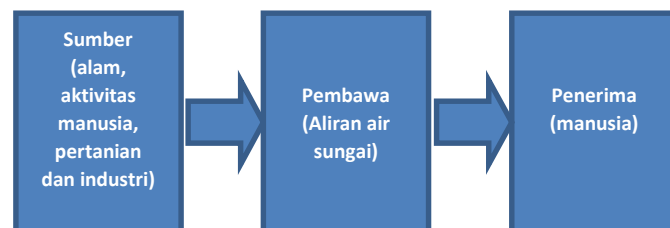
Titik Sampling	Konsentrasi Rata-Rata (mg/l)	Baku Mutu Kelas I (PP No. 82 thn 2001)
Titik 1	-	0,05
Titik 2	-	
Titik 3	0,005	
Titik 4	0,013	
Titik 5	-	
Titik 6	0,036	
Titik 7	0,016	
Titik 8	0,008	

Pada titik 1,2, dan 5 unsur Cu tidak terdeteksi sama sekali. Konsentrasi rata-rata tertinggi logam berat Cu dihasilkan dari titik 6 sebesar 0,036 mg/l. Apabila dibandingkan dengan baku mutu kelas 1 PP No.82 tahun 2001 hasil konsentrasi logam berat Cu melebihi baku mutu.

Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Tahap pertama dalam analisis risiko adalah identifikasi bahaya, yang membahas identifikasi sumber-sumber bahaya yang ada dalam lokasi penelitian. Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai Garang. Penentuan titik sampling berada dalam segmen DAS Garang yang dilakukan berdasarkan jenis kegiatan yang memiliki potensi menghasilkan cemaran logam berat. Terdapat 7 segmen yang dipilih sesuai PerGub Nomor 156 Tahun 2010, yaitu Segmen 1 merupakan hulu Sungai Garang, dimana kondisi segmen I ini terdiri

dari hutan lindung, perkebunan, permukiman, pertanian, perindustrian (besar dan kecil). Pada



segmen I kualitas air diwakili oleh titik 1 dan titik 2.

Segmen II sebagian besar terdiri dari permukiman, pertanian, perindustrian yaitu peleburan besi. Kualitas air pada segmen II diwakili oleh titik 2 dan titik 3.

Segmen III terdiri dari permukiman dan pertanian. Kualitas segmen III diwakili oleh titik 3 dan titik 4.

Segmen IV terdiri dari pertanian, permukiman dan kolam pemancingan serta hutan. Kualitas air pada segmen IV diwakili oleh titik 5.

Segmen V terdiri dari hutan, pertanian kegiatan pengolahan sampah kota semarang, permukiman dan pengolahan lindi. Kualitas air pada segmen V diwakili oleh titik 6 dan titik 7. Segmen VI terdiri dari permukiman padat, pertanian dan industri keramik dan batu bata. Kualitas air pada segmen VI diwakili oleh titik 4 dan 7.

Segmen VII berupa permukiman padat, dan industri. Kualitas air pada segmen VII diwakili oleh titik 8.

Penilaian Paparan (*Exposure Assessment*)

Pada tahap kedua dalam analisis risiko adalah dengan melakukan perkiraan penyebaran. Perkiraan penyebaran dilakukan untuk mengetahui populasi potensial yang terpapar, kemudian dapat dilakukan identifikasi jalur penyebarannya dan memperkirakan konsentrasi logam berat Fe, Cr dan Cu pada jalur penyebaran tersebut dan dosis intake logam berat Fe, Cr dan Cu yang bisa diterima oleh reseptor potensial.

Dalam studi kasus ini populasi yang terpapar adalah masyarakat di sekitar DAS Garang.

Responden diambil pada setiap titik sampling dengan total 40 orang responden.

Jalur penyebaran potensial sebagai media perpindahan kontaminan logam berat Fe, Cr dan Cu adalah air permukaan yaitu air sungai yang kemudian digunakan untuk mengairi sawah penduduk disekitar aliran sungai, air tanah yang terkontaminasi logam berat dan di konsumsi warga melalui sumur-sumur dan juga melalui hasil pangan dan konsumsi ikan.

Gambar 1. Jalur penyebaran Potensial Logam Berat

Perhitungan Dosis Intake

Dalam upaya mengetahui besarnya risiko yang diterima maka dapat dihitung besarnya intake logam berat Fe, Cr dan Cu yang terpapar pada tubuh responden. Pada perhitungan intake sesuai persamaan (1) besarnya intake partikel logam berat disetiap titik sampling yaitu, nilai intake tertinggi semua titik sampling untuk logam berat Fe yang diterima oleh responden sebesar 0,00427 mg/kg/hari, dan nilai intake terendah sebesar 0,00018 mg/kg/hari. Kemudian untuk nilai intake tertinggi logam berat Cr yang diterima oleh responden sebesar 0,00373 mg/kg/hari dan nilai intake terendah sebesar 0,00068 mg/kg/hari. Sedangkan nilai intake tertinggi logam berat Cu yang diterima oleh responden sebesar 0,0016 mg/kg/hari dan nilai intake terendah sebesar 0,00014 mg/kg/hari.

Hal ini dipengaruhi oleh berat badan responden serta konsentrasi logam berat Fe, Cr dan Cu rerata pada setiap titik sampling. Berat badan responden berbanding terbalik dengan nilai *intake* yang dihasilkan, maka semakin besar berat badan responden akan hasil nilai *intake* yang semakin kecil. Sedangkan konsentrasi logam berat Fe, Cr dan Cu berbanding lurus dengan nilai *intake* yang dihasilkan, maka semakin besar konsentrasi logam berat Fe, Cr dan Cu pada titik sampling, hasil nilai *intake* responden yang semakin besar pula.

Perkiraan Daya Racun (Toxicity

Assessment)

Untuk mendapatkan nilai risiko cemaran logam berat, maka harus diketahui terlebih dahulu nilai *unit risk factor* untuk logam berat Fe, Cr dan Cu. Berikut ini adalah tabel standar dosis logam berat Fe, Cr dan Cu berdasarkan berbagai sumber, yaitu :

Tabel 4. Dosis Standar Logam Berat

Parameter	Standar Dosis			
	RfD US- EPA (mg/kg /hari)	PP No. 28 thn 2001 (mg/l)	Perme nkes No. 492 thn 2010 (mg/l)	MCL (Maximum Contaminan Level) US-EPA (mg/l)
Fe	0,006	0,3	0,3	-
Cr	0,003	0,05	0,05	-
Cu	-	0,02	2	2

Sumber : *Chemical reference dose and slope factor US EPA* , PP No.82 Tahun 2001 dan PERMENKES No. 492 Tahun 2010

Karakteristik Risiko (Risk Characterization)

Tahap terakhir dalam analisis risiko adalah karakterisasi risiko (*risk characterization*). Dalam tahap ini akan dihitung nilai risiko cemaran logam berat Fe, Cr dan Cu dari setiap responden yang terpapar. Logam berat Fe dan Cu merupakan logam berat yang bersifat non karsinogen, menurut US EPA (1998) Cr (VI) bersifat karsinogen untuk manusia melalui inhalasi paparan dengan nilai slope factor 41 l/mg/kg/hari, sedangkan Cr (VI) bersifat karsinogen pada manusia melalui oral tidak dapat ditentukan dan diklarifikasikan dimana pada penelitian MacKenzie, RD dkk (1958) tentang studi *chronic toxicity* pada Chromium dengan percobaan tikus berjenis kelamin berbeda di suplai air minum yang mengandung 0,45-25 mg/l Cr(VI) selama setahun tetapi tidak ada efek samping yang signifikan terlihat dari penampilan, berat badan, atau konsumsi makanan dan tidak ada perubahan patologis dalam darah atau jaringan lain. Jadi dapat dikatakan Cr (VI) bersifat non karsinogen pada manusia melalui oral.

Hasil perhitungan nilai risiko logam berat

adalah :

Tabel 5. Nilai Risiko Cemar Logam Berat Fe

Titik Sampling	Risiko		Risiko Rerata
	Max	Min	
Titik 1	0,075	0,052	0,061
Titik 2	0,440	0,293	0,379
Titik 3	0,121	0,073	0,097
Titik 4	0,247	0,190	0,211
Titik 5	0,040	0,029	0,037
Titik 6	0,711	0,492	0,570
Titik 7	0,273	0,204	0,245
Titik 8	-	-	-

Dari hasil perhitungan nilai risiko logam berat Fe pada tabel 5, dapat diketahui cemaran logam berat Fe tertinggi dialami oleh responden yang berada di titik 6 (TPA Jatibarang segmen 5 sebesar 0,711. Sedangkan risiko cemaran logam berat Fe terendah dialami oleh responden yang berada di titik 5 (Desa Polaman) segmen 4 sebesar 0,029. Dan untuk risiko rerata cemaran logam berat Fe tertinggi dihasilkan juga di titik 6 sebesar 0,570. Sedangkan risiko rerata terendah juga berada di titik 5 sebesar 0,037.

Tabel 6. Nilai Risiko Cemar Logam Berat Cr

Titik Sampling	Risiko		Risiko Rerata
	Max	Min	
Titik 1	0,417	0,287	0,339
Titik 2	0,667	0,444	0,574
Titik 3	0,682	0,411	0,547
Titik 4	0,453	0,349	0,388
Titik 5	0,307	0,225	0,282
Titik 6	1,244	0,862	0,998
Titik 7	0,760	0,567	0,680
Titik 8	0,373	0,267	0,319

Dari hasil perhitungan nilai risiko logam berat Cr pada tabel 6, dapat diketahui cemaran logam berat Cr tertinggi dialami oleh responden yang berada di titik 6 (TPA Jatibarang segmen 5 sebesar 1,244. Sedangkan risiko cemaran logam berat Cr terendah dialami oleh responden yang berada di titik 5

(Desa Polaman) segmen 4 sebesar 0,225. Dan untuk risiko rerata cemaran logam berat Cr tertinggi dihasilkan juga di titik 6 sebesar 0,998. Sedangkan risiko rerata terendah juga berada di titik 5 sebesar 0,282.

Tabel 7. Nilai Risiko Cemar Logam Berat Cu

Titik Sampling	Risiko		Risiko Rerata
	Max	Min	
Titik 1	-	-	-
Titik 2	-	-	-
Titik 3	0,00011	0,00007	0,00009
Titik 4	0,00026	0,00020	0,00022
Titik 5	-	-	-
Titik 6	0,0008	0,00055	0,00064
Titik 7	0,00032	0,00024	0,00029
Titik 8	0,00016	0,00011	0,00014

Dari hasil perhitungan nilai risiko logam berat Cu pada tabel 7, dapat diketahui cemaran logam berat Cu tertinggi dialami oleh responden yang berada di titik 6 (TPA Jatibarang segmen 5 sebesar 0,0008. Sedangkan risiko cemaran logam berat Cu terendah dialami oleh responden yang berada di titik 5 (Desa Polaman) segmen 4 sebesar 0,00007. Dan untuk risiko rerata cemaran logam berat Cu tertinggi dihasilkan juga di titik 6 sebesar 0,00064. Sedangkan risiko rerata terendah juga berada di titik 3 (Jembatan Tinjomoyo) segmen 2 sebesar 0,00009.

Dari ketiga tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai risiko tertinggi Fe sebesar 0,711 atau Sedangkan nilai risiko cemaran logam berat Cr 1,244 dan nilai risiko cemaran logam berat Cu sebesar 0,0008. Dimana Logam berat dikatakan berisiko jika nilai risiko menunjukkan >1 . Dan untuk nilai risiko logam berat Cr angka tertinggi >1 yang berarti responden tersebut berisiko terpapar cemaran logam berat Cr.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pengukuran disemua titik sampling untuk konsentrasi logam berat Fe, Cr dan Cu

yang telah dilakukan di DAS Garang, diperoleh untuk kemudian digunakan untuk perhitungan nilai intake, yang hasilnya sebagai berikut :

- Fe : Nilai intake tertinggi untuk logam berat Fe diterima oleh R28 di titik 6 (TPA Jatibarang) segmen 5 sebesar 0,00427 mg/kg/hari. Sedangkan untuk nilai intake terendah logam berat Fe diterima oleh R25 di titik 5 (Polaman) segmen 4 sebesar 0,00018 mg/kg/hari.
- Cr : Nilai intake tertinggi untuk logam berat Cr diterima oleh R28 di titik 6 (TPA Jatibarang) segmen 5 sebesar 0,00373 mg/kg/hari. Sedangkan untuk nilai intake terendah logam berat Cr diterima oleh R25 di titik 5 (Polaman) segmen 4 sebesar 0,00068 mg/kg/hari.
- Cu : Nilai intake tertinggi untuk logam berat Cu diterima oleh R28 di titik 6 (TPA Jatibarang) segmen 5 sebesar 0,00160 mg/kg/hari. Sedangkan untuk nilai intake terendah logam berat Cu diterima oleh R12 di titik 3 (Jembatan Tinjomoyo) segmen 4 sebesar 0,00014 mg/kg/hari.

Dari nilai intake tertinggi yang diterima oleh responden, nilai tersebut belum melebihi baku mutu..

2. Proses analisis risiko cemaran logam berat Fe, Cr dan Cu terhadap masyarakat di sekitar DAS Garang terdiri dari empat tahap, yaitu Identifikasi Bahaya (Hazard Identification), Penilaian Pemaparan (Exposure Assessment Perkiraan Daya Racun (Toxicity Assessment), dan Karakteristik Risiko (Risk Characterization).
 - a. Pada tahap Karakterisasi Risiko (Risk Characterization) diperoleh nilai risiko tertinggi logam berat Fe sebesar 0,711 mg/kg/hari, Cr sebesar 1,244

mg/kg/hari dan Cu 0,0008 mg/kg/hari dari nilai risiko semua logam berat tertinggi ini dialami oleh R28 berjenis kelamin perempuan yang berada pada titik 6 (TPA Jatibarang) segmen 5. Kemudian untuk nilai risiko terendah logam berat Fe sebesar 0,0029 mg/kg/hari, Cr sebesar 0,225 mg/kg/hari yang dialami oleh R25 berjenis kelamin perempuan yang berada di titik sampling 5 (Polaman) segmen 4. Dan untuk nilai risiko terendah logam berat Cu sebesar 0,00007 mg/kg/hari yang dialami oleh R12 berjenis kelamin laki-laki yang berada di titik sampling 3 (Jembatan Tinjomoyo) segmen 2.

- b. Dari hasil nilai risiko cemaran logam berat Fe, Cr dan Cu bahwa nilai risiko tertinggi dari ketiga logam berat tersebut yang melebihi ($>$) 1 adalah logam berat Cr. Menurut Richardson (1989) Logam berat dikatakan berisiko jika nilai risiko mendekati 1. Dan untuk nilai risiko logam berat Cr angka tertinggi >1 yang berarti responden tersebut berisiko tinggi terpapar cemaran logam berat Cr.

Saran

Perlu diberlakukan peringatan terhadap bahayanya cemaran logam berat dan cemaran lainnya yang mempengaruhi kualitas sungai agar masyarakat dapat terhindar dari risiko cemaran yang mengakibatkan masalah kesehatan masyarakat di sekitar DAS Garang Industri-industri sekitar DAS Garang diharuskan memperbaiki kinerja IPAL. Pengolahan sampah dan lindi di TPA Jatibarang harus diperbaiki lagi, dimana sampah-sampah yang terdapat di sekitar TPA Jatibarang masih banyak terdapat sungai dan air lindi yang akan di buang ke sungai sebaiknya dilakukan pengolahan yang lebih baik lagi. Perlu adanya peringatan keras untuk larangan pembuangan sampah di sekitar sungai

Masyarakat diharapkan untuk berhati-hati dalam memanfaatkan air sungai yang mengandung logam berat Fe, Cr dan Cu. Karena walaupun air sungai yang mengandung logam berat Fe, Cr dan Cu masih berada dibawah baku mutu, tetapi belum tentu nilai risiko di bawah nilai 1, sebab perhitungan nilai risiko selain berasal dari konsentrasi juga dipengaruhi oleh waktu paparan, berat badan, frekuensi kontak, dan frekuensi terpapar.

Perlu adanya penelitian selanjutnya pengukuran cemaran logam berat pada sedimen di kedalaman sehingga dapat lebih detail konsentrasi logam berat baik di air maupun sedimen.

Perlu dilakukan pemantauan kualitas air secara berkala dengan fluktuasi muka air yang berbeda pada aliran Sungai Garang yang bertujuan memberikan informasi terkini kondisi kualitas air pada masa sekarang dan prediksi perubahan lingkungan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta
- _____. 2010. Peraturan Kementerian Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta
- _____. 2010. Peraturan Gubernur Nomor 156 Tahun 2010 tentang *Peruntukan Air dan Pengelolaan Kualitas Air Sungai Garang di Provinsi Jawa Tengah*
- Cairney, Tom, 1995. *The Reuse of Contaminated Land (Risk Assessment Hand Book)*, John Wiley & Sons, England.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta
- La Grega, M.D. 2001. *Hazardous Waste Management*. Singapore : Mc Graw Hill
- Company Inc
- Richardson, ML, 1989, *Toxic Hazard Assesment of Chemical*, The Royal Society of Chemistry, Great Britain
- Slamet, Juli Soemirat. 2011. *Kesehatan Lingkungan*, Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Syafruddin, 2005, *Analisis Resiko Lingkungan Akibat Limbah dan B3*, Materi Kuliah Magister Ilmu Lingkungan, Progrma Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang
- United States Environmental Protection Agency .1989. *Risk Assessment Guidance for Syperfund Volume I Human Health Evolution Manual.*, Dodson & Associate, Inc, Houston: Texas
- United State Environmental Protection Agency (US-EPA). 1997. *Chronic Health Hazard Assessments for Noncarcinogenic Effects*. States Environmental Protection Agency. Washington.
- United State Environmental Protection Agency (US-EPA). 1998. *Exposure Factors Handbook*. States Environmental Protection Agency. Washington.
- United States Environmental Protection Agency .2005. *Risk Assessment.*, Dodson & Associate, Inc, Houston: Texas
- United State Environmental Protection Agency (US-EPA). 2011a. *Risk Assessment Guidance for Superfund. In: Part A: Human Health Evaluation Manual; Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment; Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment, vol. I*. United States Environmental Protection Agency. Washington
- Watts, Richard J, 1997. *Hazardous Waste : Source, Pathways, Receptor*, John Wiley & Sons Inc, New York USA .